

## Список литературы

1. Naumkin A.S., Borisov B.V., Nigay A.G. Influence of water-methanol solution additives on hydrocarbon fuel combustion in burner // *MATEC Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2018. – V.194. – C.01042.
2. Созонов Н.А., Белобородов А.В., Теньковский Д.В. Горизонтальные факельные установки ООО «ТЮМЕННИИГИПРОГАЗ» // *Экспозиция Нефть Газ*, 2012. – №7(25).
3. Naumkin A., Borisov B., Razva A. Study process of evaporation drop water-methanol solution with exposed high temperature // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, 2019. – V.2135. – №1. – C.020041.
4. E. Ya. Gatapova, A.A. Semenov, D.V. Zaitsev, O.A. Kabov. Evaporation of a sessile water drop on heated surface with controlled wettability // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2014. – V.441. – P.776–785.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА ШУНГИТА КАК СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А.Л. Новикова

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, furia.08@mail.ru

В настоящий момент существует проблема ухудшения качественных показателей состояния окружающей среды, в том числе водных объектов. Загрязняющие вещества в сточных водах включают биогенные, радиоактивные и органические микроэлементы, тяжелые металлы, микропластик, микробные массы [1]. В связи с загрязнением водной среды поиск эффективных, недорогих и простых методов удаления загрязняющих веществ является одной из важнейших задач в области защиты окружающей среды. Одним из простых и эффективных методов очистки воды является фильтрация воды через природные или модифицированные сорбенты [2].

В данной работе используется природный минерал Шунгит Зажогинского месторождения (Карелия). На данном этапе исследовались площадь поверхности, радиус и объем пор и морфология поверхности.

Исследования проводили, используя анализатор сорбции газа серии NOVAtouch™, анализ площади поверхности и размера пор по методу BET. BET – классический метод определения объема пустот с азотом.

Шунгит измельчали, взвешивали и помещали в аналитическую станцию, устанавливали температуру 150 °С на 8 часов, тем самым убрали из пор влагу. Затем пробы доставали, снова взвешивали и помещали в следующую станцию. В специальную емкость заливали 2 литра жидкого азота, помещали под станцию с пробами и

включали программу измерений. Полученные значения представлены в таблице 1.

При изучении поверхности природного минерала методом сканирующего микроскопирования (SEM), было выявлено, что на поверхности Шунгита поры присутствуют, но в малом количестве, что подтверждает данные полученные исследованием Шунгита BET методом.

Таблица 1. Размер пор Шунгита

Радиус нм	Объем пор см <sup>3</sup> /г	Площадь поверхности пор м <sup>2</sup> /г
1,48893	5,401492 е–06	7,255554 е–03
1,61444	1,413507 е–05	1,807487 е–02
1,81225	3,227887 е–05	3,809837 е–02
2,03938	7,167573 е–05	7,673457 е–02
2,31105	9,974202 е–05	1,010232 е–01
2,65334	1,148490 е–04	1,124104 е–01
3,09132	1,338026 е–04	1,246729 е–01
3,63579	1,526529 е–04	1,350422 е–01
4,41447	1,756091 е–04	1,454426 е–01
5,60480	1,984448 е–04	1,535926 е–01
7,76356	2,352027 е–04	1,606090 е–01
13,1542	2,997208 е–04	1,728704 е–01
Суммарные значения		
Радиус , г нм	Объем пор, V см <sup>3</sup> /г	Площадь поверхности пор S м <sup>2</sup> /г
2,03938	0,000299721	0,17287

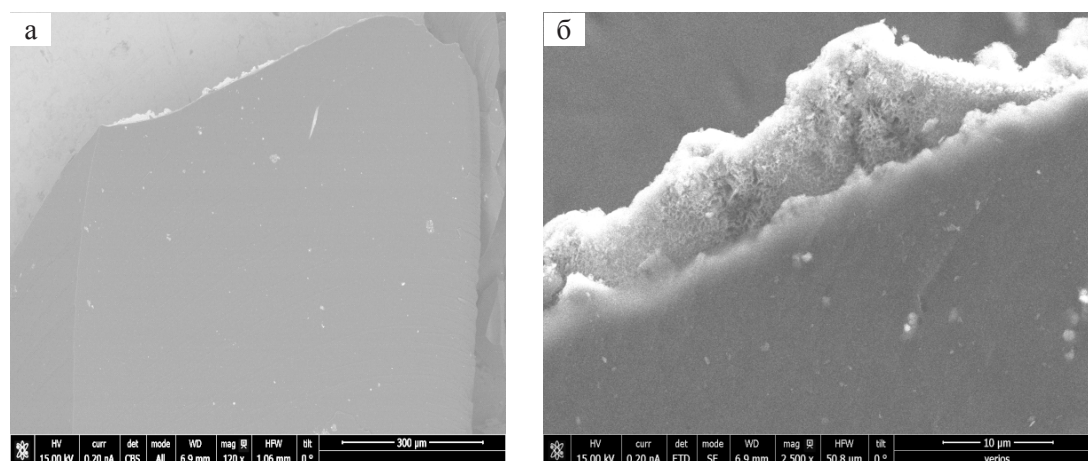


Рис. 1. а – снимок SEM Шунгита 300 нм; б – снимок SEM Шунгита 10 нм

Поры распределены неравномерно по всей поверхности, а как минеральные включения.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что Шунгит имеет поры, но поры распределены неравномерно по поверхности и имеют малый процент от общей поверхности исследуемого минерала. Суммарный радиус

пор составил 2,03938 нм, суммарный объем пор 0,000299721 см<sup>3</sup>/г, суммарная площадь поверхности пор 0,17287 м<sup>2</sup>/г. Так же можно сделать вывод, что основная очистка воды природным шунгитом происходит не за счет физической сорбции загрязняющих веществ.

### Список литературы

1. Сорбционные материалы для извлечения радионуклидов из водных сред / Г.В. Мясоедова, В.А. Никашина // *Российский химический журнал*, 2006. – Т.50. – №5. – С.55–63.
2. Спирин Э.К. Теоретические основы защиты окружающей среды [Электронный ресурс] / Э.К. Спирин, Н.Ю. Луговцова. – Юрга: ЮТИ ТПИ, 2010. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСИ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИОНОВ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ С БИСЛОЙНЫМИ МЕМБРАНАМИ

Е.Н. Носова, С.С. Мельников

Научный руководитель – к.х.н., доцент С.С. Мельников

Кубанский государственный университет

350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская 149, nosova.el@inbox.ru

### Введение

Вопрос об охране окружающей среды и очистке сточных вод различных предприятий с каждым годом становится все более актуальным, поэтому является важным изучение новых способов очистки и переработки органо-минеральных промышленных сточных вод. Целью работы является изучение и усовершенствование способа очистки вод, содержащих органические и неорганические компоненты, электро-мембранными процессами с использованием бислойных мембран.

### Эксперимент

В качестве модельного раствора использовался смешанный раствор хлорид натрия и ацетат натрия. Концентрация электролитов составляла 0,02 моль/л. В работе использовался лабораторный электродиализатор с рабочей площадью 6×1,5 см<sup>2</sup>, содержащий 5 парных камер. Мембранный пакет электродиализатора содержал чередующиеся катионообменные и бислойные мембраны. В работе используются бислойные мембраны, полученные путем нанесения на поверхность анионообменной мембраны Ralex АМН тонкой пленки смеси сульфированного политетрафторэтилена.